

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 101 04 981 A 1

51 Int. Cl. 7:
H 01 M 10/42
H 02 J 7/00

21 Aktenzeichen: 101 04 981.1
22 Anmeldetag: 3. 2. 2001
43 Offenlegungstag: 8. 8. 2002

DE 101 04 981 A 1

71 Anmelder:
VARTA Gerätebatterie GmbH, 30419 Hannover, DE
74 Vertreter:
GRAMM, LINS & PARTNER, 38122 Braunschweig

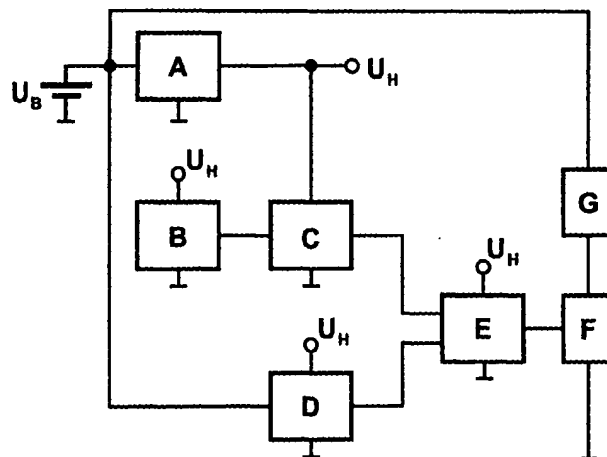
72 Erfinder:
Hald, Rainer, 73479 Ellwangen, DE; Birke, Peter, Dr.,
25524 Itzehoe, DE; Holl, Konrad, Dr., 73434 Aalen,
DE; Ilic, Dejan, Dr., 73479 Ellwangen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Überwachung der Betriebssicherheit von wiederaufladbaren Li-Zellen

57 Bei einem Verfahren zur Überwachung der Betriebssicherheit von wiederaufladbaren Li-Zellen durch Messung von Zellenspannung und Zelltemperatur wird bei gleichzeitigem Überschreiten einer vorgegebenen Zellengrenzspannung (U_G) und einer vorgegebenen Umgebungstemperatur T_G eine Entladung der Zelle vorgenommen, bis ein vorgegebener unterer Spannungspegel oder eine vorgegebene untere Umgebungstemperatur erreicht ist.

Eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens einen ersten Schwellwertschalter, der bei Überschreiten einer vorgegebenen oberen Grenzspannung (U_G) der Zelle anspricht und einen zweiten Schwellwertschalter (C), der bei Überschreiten einer vorgegebenen Grenze (T_G) der Umgebungstemperatur anspricht sowie eine Logikschaltung (E), die bei gleichzeitigem Ansprechen des ersten und zweiten Schwellwertschalters die Zelle an eine Last anschließt (G), wobei beide Schwellwertschalter (C, D) so konfiguriert sind, dass sie abfallen, wenn eine untere Zellenspannung oder eine untere Umgebungstemperatur erreicht ist.



DE 101 04 981 A 1

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Überwachung der Betriebssicherheit von wiederaufladbaren Li-Zellen durch Messung und Kontrolle der Zellenspannung und der Zelltemperatur.

[0002] Wiederaufladbare Lithium/Ion-Zellen erfordern eine spezielle Ladetechnik, insbesondere müssen vorgegebene Abschaltspannungen exakt eingehalten werden und, falls das Ladegerät versagt, muss eine Schutzschaltung die weitere Ladung unterbinden und sperren. Auch beim Entladen solcher Zellen dürfen bestimmte Spannungsuntergrenzen nicht unterschritten werden, um irreversible Schädigungen der Zelle zu vermeiden. Li-Ion-Zellen sind daher mit speziellen elektronischen Schutzschaltern versehen, die bei Fehlverhalten des Laders oder des Geräts bei vorgegebenen Lade- und Entladeschlussspannungen abschalten und zusammen mit speziellen Sicherungen die Zelle vor unzulässigen Spannungsniveaus bzw. Strömen schützen und gefährliche Zustände, die irreversible Elektrolytzersetzungen und Zellschädigungen zur Folge haben könnten, verhindern sollen. Ladegeräte mit derartigen Überwachungsfunktionen sind beispielsweise in der WO 96/15563 beschrieben.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, durch welches die Betriebssicherheit von wiederaufladbaren Li-Zellen weiter verbessert wird.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß beim eingangs genannten Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind weitere Ausgestaltungen des Verfahrens sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Schaltungsanordnung angegeben.

[0005] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Li-Zelle vor elektrochemischer Zersetzung bei hoher Temperatur und kritischem Ladezustand geschützt, indem die Zelle soweit entladen wird, dass noch genügend Kapazität zur Verfügung steht, die Zelle sich aber nicht mehr in einem kritischen Ladezustand oder bei einer kritischen Temperatur befindet.

[0006] Im Folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

[0007] Fig. 1 zeigt dabei das Prinzipschaltbild einer zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Schaltungsanordnung. Fig. 2 zeigt den Verlauf der Zellenkapazität in Abhängigkeit von der Zellenspannung bei Ladung C_L und bei Entladung C_{EL} bei einem Lade/Entladezyklus, der mit einem Strom von $C/2$ erfolgt.

[0008] Aus der Batteriespannung U_B wird im Schaltungsbaustein A eine Hilfsspannung U_N erzeugt, die zur Sicherstellung einer korrekten Funktionsweise der Schwellwertschalter und Logikgatter der Gesamtschaltung benötigt wird. Die stabile Hilfsspannung U_H ist vorzugsweise deutlich kleiner als die geringste Batteriespannung. Die Batteriespannung liegt bei den hier betrachteten Li-Zellen zwischen 2,7 und 4,2 Volt, so dass die stabile Hilfsspannung beispielsweise bei ca. 2,5 Volt liegen kann.

[0009] Ein Temperatursensor B erzeugt ein der Umgebungstemperatur proportionales Spannungssignal, welches einem Schwellwertschalter C zugeführt wird. Bei Überschreiten einer vorgegebenen oberen Grenztemperatur T_G schaltet der Schwellwertschalter C in den Ein-Zustand. Dieser Schwellwertschalter ist mit einer Hysterese konfiguriert. Er schaltet erst bei Unterschreitung einer deutlich unter der Grenztemperatur T_G liegenden neuen Temperatur in den Aus-Zustand zurück. Ein weiterer Schwellwertschalter D wird dann in den Ein-Zustand geschaltet, wenn die Batteriespannung einen vorgegebenen oberen Grenzwert U_G erreicht. Auch dieser Schwellwertschalter ist mit Hysterese

konfiguriert, so dass er erst dann in den Aus-Zustand zurückschaltet, wenn ein deutlicher Abstand zwischen der vorher erreichten Grenzspannung U_G und der sich danach einstellenden Spannung erreicht wird. Die Ausgangssignale der beiden Schwellwertschalter C und D werden einem Logikgatter zugeführt, über welches mittels Schalter F der Lastwiderstand G dann an die Batterie angeschaltet wird, wenn sowohl die Temperatur als auch die Spannung die vorgegebenen Grenzwerte erreichen. Dieser Entladevorgang wird dann unterbrochen, wenn entweder die Zellenspannung deutlich unter die Grenzspannung U_G des Schwellwertschalters D gefallen ist, oder die Umgebungstemperatur ist unter die untere Schaltschwelle des Schwellwertschalters C gefallen. Als obere Grenzspannung wird vorzugsweise eine Spannung von ca. 4 Volt gewählt. Dies entspricht einem Ladezustand der Zelle von 90%, und die obere Grenztemperatur T_G wird mit 80° festgelegt. Die Entladung der Zelle, die bei Überschreiten beider Grenzwerte erfolgt, sollte bis zu einer Spannung von ca. 3,82 Volt, d. h. bis zu einem Ladezustand von 70% geführt werden. Es kann aber auch ausreichend sein, die Entladung nur bis zu einer Spannung von ca. 3,9 Volt absinken zu lassen, und als unteren Grenzwert für die Temperatur 70°C oder 60°C zu wählen.

[0010] Die Spannungs- und Temperaturgrenzwerte sind spezifisch für jedes System zu bestimmen und festzulegen. Für die Festlegung des unteren Spannungswertes gilt, dass die untere Grenzspannung so gewählt wird, dass bei Ende der Entladung die Spannung sich nicht wieder über den oberen Grenzwert erholt und so die Schaltung in Schwingung versetzen könnte.

[0011] Dank der Konfiguration der Schwellwertschalter mit Hysterese wird eine Schwingneigung weitgehend unterbunden. Die Funktionen der beschriebenen Prinzipschaltung lassen sich in die bekannten IC-Schaltungen, die zur Überwachung des Betriebes von wiederaufladbaren Li-Zellen dienen, inkorporieren.

[0012] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen ermöglichen einen Schutz von wiederaufladbaren Li-Zellen, insbesondere auch Li-Polymer-Zellen, vor mechanischer und elektrochemischer Beschädigung bei hohen Temperaturen, durch Ladezustände, bei denen aufgrund der Höhe der Zellenspannung und der Höhe der Umgebungstemperatur elektrochemische Seitenreaktionen auftreten können, die sich in Erhöhung des Innenwiderstands und Kapazitätsverlusten äußern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Betriebssicherheit von wiederaufladbaren Li-Zellen durch Messung von Zellenspannung und Zelltemperatur, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei gleichzeitigem Überschreiten einer vorgegebenen Zellengrenzspannung (U_G) und einer vorgegebenen Umgebungsgrenztemperatur (T_G) eine Entladung der Zelle erfolgt, bis ein vorgegebener unterer Spannungspegel oder eine vorgegebene untere Umgebungstemperatur erreicht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzspannung (U_G) bei 4,0 Volt und die Grenztemperatur (T_G) bei ca. 80°C liegt.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Spannungspegel niedriger als 3,9 Volt liegt und die untere Grenze der Umgebungstemperatur bei 70°C liegt.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die untere Grenzspannung bei 3,82 Volt und die untere Grenztemperatur bei 60°C liegt.

5. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen ersten Schwellwertschalter (D) besitzt, der bei Überschreiten einer vorgegebenen oberen Grenzspannung (U_G) der Zelle anspricht und einen zweiten Schwellwertschalter (C), der bei Überschreiten einer vorgegebenen Grenze (T_G) der Umgebungstemperatur anspricht sowie eine Logikschaltung (E), die bei gleichzeitigem Ansprechen des ersten und zweiten Schwellwertschalters die Zelle an eine Last anschließt (G) und dass beide Schwellwertschalter (C, D) so konfiguriert sind, dass sie abfallen, wenn eine untere Zellenspannung oder eine untere Umgebungstemperatur erreicht ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

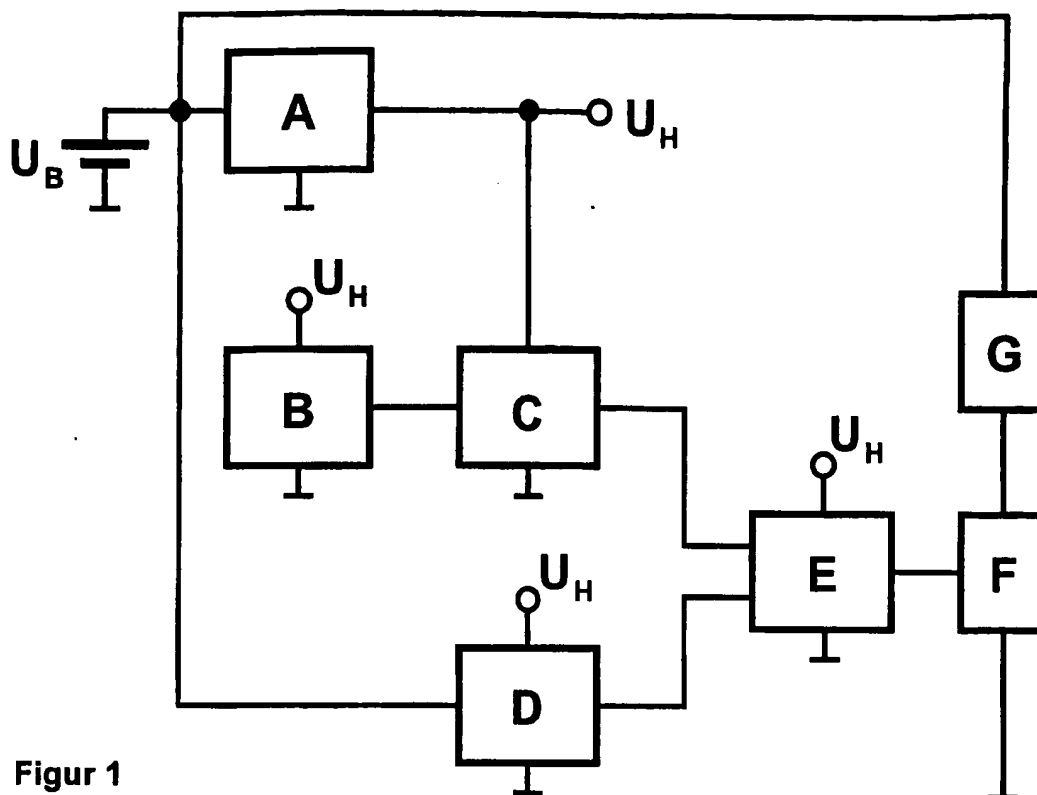
45

50

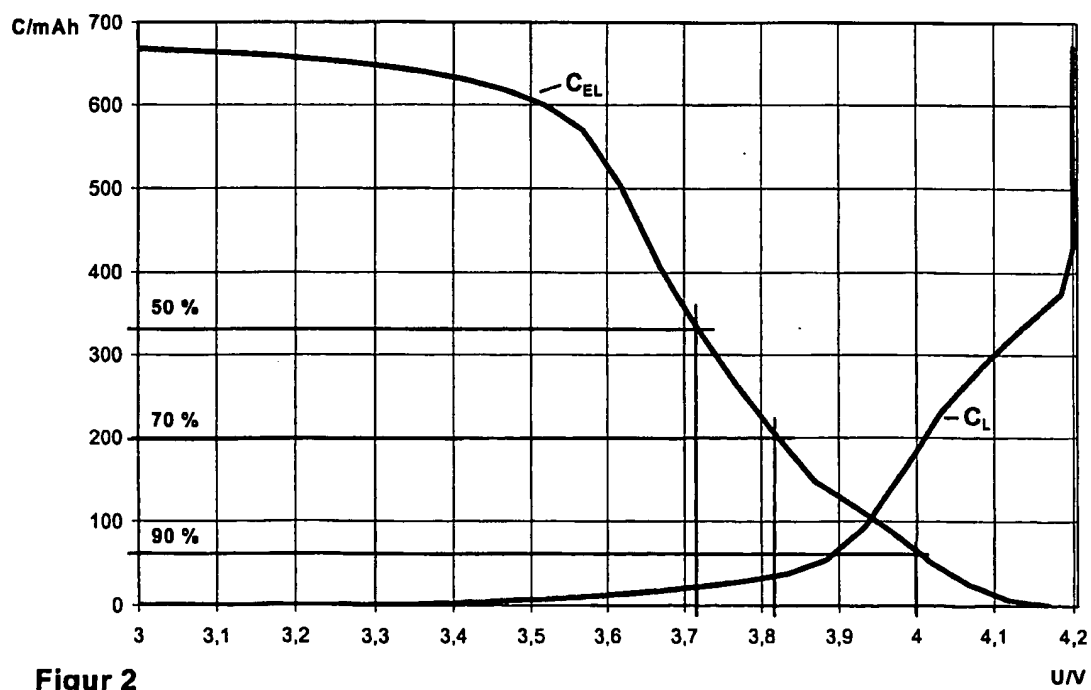
55

60

65



Figur 1



Figur 2